



## Patentschrift

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F02D 41/14**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29.01.2004

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 198 44 994 C2

DE 101 03 772 A1

US 55 24 599

Handbuch Verbrennungsmotor, Van

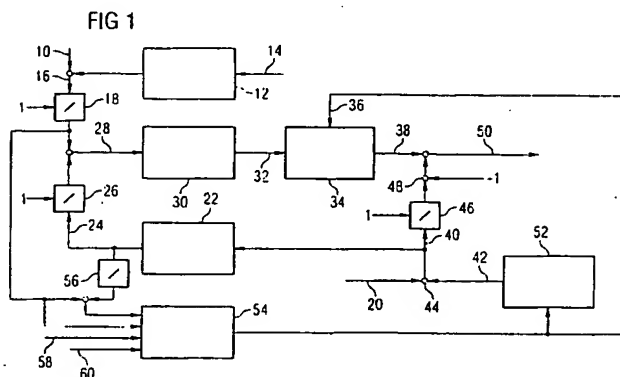
## Bosshysen/Schäfer

Siemens VDO Automotive, Vieweg Verlag, 1. Aufl., April 2002;

(72) Erfinder:  
Ellmer, Dietmar, 93057 Regensburg, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Lambdaregelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem geschlossenen Lambda-Regelkreis**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beschreibt für eine lineare  $\lambda$ -Regelung einen Fuzzy-Controller (54), der die Zwangsanregung der  $\lambda$ -Strecke steuert für eine optimale Konvertierung der Abgasbestandteile.



## Beschreibung

[0001] Verfahren und Vorrichtung zur Lambda-Regelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem geschlossenen Lambda-Regelkreis

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Lambda-Regelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem geschlossenen Lambda-Regelkreis, dessen Lambda-Sollwerten über eine Zwangsanregung Lambda-Pulse aufmoduliert werden.

## Stand der Technik

[0003] In dem Handbuch Verbrennungsmotor, Van Basshuysen/Schäfer (HRSG.), Siemens VDO Automotive, Vieweg-Verlag, 2. verbesserte Auflage, Juni 2002 wird die Lambda-Regelung für den Dreiwegekatalysator als Abgasnachbehandlungskonzept für Ottomotoren mit äußerer Gemischbildung beschrieben. Die Lambda-Regelung stellt sicher, dass die Schadstoffkomponenten CO, HC und NOx optimal konvertiert werden.

[0004] Im geschlossenen Regelkreis wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis  $\lambda$  durch die im Abgas positionierte Lambda-Sonde gemessen, das tatsächliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit dem Sollwert verglichen und falls erforderlich die Kraftstoffmenge korrigiert.

[0005] Es ist ferner bekannt, dass um eine gute Umwandlungsrate des Dreiwegekatalysators zu erzielen, d.h. um eine möglichst vollständige Oxidation von CO und HC sowie um einen möglichst hohen Reduktionsgrad von NOx zu erzielen, das Luft-Kraftstoff-Gemisch vor dem Katalysator eine bestimmte Schwankung aufweisen muss, also ein gezielter Betrieb des Verbrennungsmotors sowohl im Luftüberschuss- als auch im Luftmangelbereich erfolgen muss. Dadurch wird ein Befüllen und Entleeren des Sauerstoffspeichers des Katalysators sichergestellt und ein Durchbruch einer der zu konvertierenden Abgasbestandteile verhindert. Die Schwankung im Luft-Kraftstoff-Gemisch werden in der Technik auch als Zwangsanregung bezeichnet. Bei der Zwangsanregung werden auf einen Lambda-Sollwert einzelne Lambda-Pulse aufmoduliert, die einen Fett- oder Magerbetrieb bewirken. Dauer, Amplitude und zeitlicher Verlauf der Lambda-Pulse ist nicht beschränkt.

[0006] Bei der Lambda-Regelung werden kurzfristige Lambda-Störungen in der Regel vom Katalysator gepuffert, so dass es nicht zu relevanten Emissionsverschlechterungen kommt, obwohl über eine gewisse Zeitdauer ein vom Sollwert abweichendes Luft-Kraftstoff-Gemisch vorlag. Werden Grenzkatalysatoren, d.h. Katalysatoren mit geringer Edelmetallbelastung und/oder stark gealterte Katalysatoren, eingesetzt, so reicht die Pufferwirkung bei Lambda-Störungen nicht mehr aus und es kommt zu Durchbrüchen der zu konvertierenden Abgasbestandteile.

[0007] Die bekannten Ansätze zur Lambda-Regelung kommen aufgrund der Totzeiten der Regelstrecke

und der Überlagerung der Zwangsanregung an ihre Grenzen.

[0008] Aus DE 198 44 994 C2 ist ein Verfahren zur Diagnose einer stetigen Lambda-Sonde bekannt. Einem Lambda-Sollwert wird hier über einen Signalgenerator eine periodische Schwingung mit einer vorbestimmten Frequenz und Amplitude aufgeprägt. Bei der Schwingung kann es sich um eine Rechteckschwingung handeln, die durch ihre Frequenz und Amplitude bestimmt ist. Darüber hinaus ist auch eine Sägezahnsschwingung oder eine beliebige, periodische Signalform, beispielsweise Sinusform, beschrieben. Die Zwangsanregung führt gezielt eine kleine periodische Änderung im Kraftstoff-/Luftverhältnis herbei, wobei um diese mit großer Genauigkeit realisieren zu können, ein Modell der Regelstrecke der Lambda-Regelung vorgesehen ist.

[0009] Aus DE 101 03 772 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Dreiweg-Katalysators bekannt. Zur Verhinderung von Durchbrüchen wird der Füllgrad für Sauerstoff geprüft, wobei ausgehend vom momentanen Ausgangswert durch kurzzeitiges Abmagern oder Anfetten des Motors das Luft/Kraftstoffgemisch um einen Betrag erhöht oder erniedrigt wird und sogleich wieder auf den Ausgangswert zurückgeführt wird. Anhand eines Durchbruchs während der Prüfphase wird dann eine Korrektur des Füllgrades durchgeführt.

[0010] Aus US 5,524,599 ist es bekannt, einen Fuzzy-Controller zur Bestimmung des Luft-/Kraftstoffgemisches einzusetzen. Der Fuzzy-Controller besitzt vier Eingangssignale, von denen zwei auf der rückgekoppelten Messung eines Luft/Kraftstoffgemisches beruhen, eines die Drosselposition anzeigt und eines auf der Fahrzeuggeschwindigkeit beruht. Der Fuzzy-Controller bestimmt aus diesen Eingangsgrößen einen Sollwert für das Luft-/Kraftstoffgemisch.

## Aufgabenstellung

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lambda-Regelung für eine Brennkraftmaschine bereitzustellen, die mit einfachen Mitteln, eine zuverlässige Regelung der Lambda-Sollwerte gestattet.

[0012] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen aus Anspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung den Gegenstand der Unteransprüche (Ansprüche 2-7, 9 und 10).

[0013] Erfindungsgemäß werden zur Lambda-Regelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem geschlossenen Lambda-Regelkreis den Lambda-Sollwerten über eine Zwangsanregung Lambda-Pulse aufmoduliert. Aufmoduliert bedeutet in diesem Kontext, dass der Lambda-Sollwert um einen Lambda-Wert schwankt, der ohne Zwangsanregung als Lambda-Sollwert dienen würde. Das Aufmodulieren kann beispielsweise additiv erfolgen. Es ist aber auch möglich, einen Lambda-Wert mit entsprechen-

den Faktoren zu multiplizieren. Erfindungsgemäß bestimmt ein Fuzzy-Controller aus einem Lambda-Istwert und der Regelabweichung zwischen Lambda-Istwert und Lambda-Sollwert Steuersignale für die Zwangsanzregung, die durch entsprechende Lambda-Pulse den Lambda-Sollwerten aufmoduliert werden. Während bei der herkömmlichen Lambda-Regelung ein Lambda-Regler die Einspritzzeitkorrektur berechnet und die Lambda-Sollwerte über eine Zwangsanzregung mit den Lambda-Pulsen versehen werden, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Regelung der Lambda-Werte sowohl durch den Lambda-Regler als auch durch die Zwangsanzregung vorgenommen. Die Lambda-Pulse der Zwangsanzregung werden durch den Fuzzy-Controller so gesteuert, dass diese gemeinsam mit den durch den Lambda-Regler bestimmten Lambda-Werten eine optimale Konvertierung der Abgase sicherstellen. Durch die Hinzunahme des Fuzzy-Controllers wird sichergestellt, dass der Reglereingriff nicht aufgrund der Totzeiten der Regelstrecke erschwert wird. Zusätzlich ist ein Reglerausgangsmanager vorgesehen, der das Steuersignal für die Zwangseinrichtung mit dem Reglerausgang vergleicht und den Lambda-Sollwert auf vorbestimmte Maximal- oder Minimalwerte beschränkt. Bevorzugt moduliert der Reglerausgangsmanager den Sauerstoffspeicher des Katalysators und begrenzt die Ausgangswerte des Lambda-Reglers derart, dass eine nahezu vollständige bzw. eine optimale Konvertierung der Abgasbestandteile erfolgt.

[0014] Bereits bei herkömmlichen Lambda-Reglern ist es bekannt, den Reglerausgang, beispielsweise eines  $\text{PI}^2\text{D}$ -Reglers bei nicht stationären Bedingungen zu begrenzen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass auch über die Lambda-Pulse der Zwangsanzregung eine Regelung vorgenommen wird, so dass die Lambda-Sollwerte entsprechend zu begrenzen sind.

[0015] In einer Weiterbildung der Erfindung liegt an dem Fuzzy-Controller zusätzlich ein Fahr Anforderungsprofil als Eingangsgröße an (Anspruch 3, 9). Das Fahr Anforderungsprofil gibt beispielsweise wieder, ob derzeit eher eine Beschleunigung, ein neutrales Fahrverhalten oder eine Verzögerung gewünscht wird. Der Fuzzy-Controller wählt entsprechend dem aktuellen Anforderungsprofil die Zwangsanzregung.

[0016] In einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung berücksichtigt der Fuzzy-Controller zusätzlich den Motorbetriebszustand (Anspruch 5, 6, 10). Beim Motorbetriebszustand wird mindestens unterschieden zwischen Sauerstoffspeicher entleeren, halten und füllen. Die Daten zu dem Fahr Anforderungsprofil sowie zu dem Motorbetriebszustand werden für den Fuzzy-Controller von der Motorsteuerung bereitgestellt.

[0017] In einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung überwacht der Fuzzy-Controller zusätzlich Abgaszusammensetzungsfehler, indem ausgehend von der zeitlichen Entwicklung der Sollwerte zusätzlich

verglichen wird, ob die zu erwartenden Übergänge von Fett- und Magerbetrieb sich mit einer entsprechenden Verzögerung einstellen (Anspruch 7). Wird festgestellt, dass erwartete Übergänge für bestimmte Werte der Zwangsanzregung nicht zu dem erwarteten Zeitpunkt auftreten, so wird das Vorliegen eines Abgaszusammensetzungsfehlers erkannt.

#### Ausführungsbeispiel

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Verhaltung zur Lambda-Regelung werden anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0019] Fig. 1 ein Ablaufdiagramm für die erfindungsgemäße Lambda-Regelung und

[0020] Fig. 2 eine Skizze zur Zwangsanzregung.

[0021] Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Lambda-Regelung anhand des Beispiels der linearen Lambda-Regelung. Eingangsgröße für das Regelungsverfahren ist der gemessene Wert für das Luft-Kraftstoff-Gemisch 10. Der gemessene Wert wird durch eine Trimmregelung 12 zu einem korrigierten Lambda-Sollwert 14 umgerechnet. Eingangsgröße für die Trimmregelung 12 ist das Nachkatsonden-Signal, das vorzugsweise von einer binären Sprungsonde stammt. Von dem korrigierten Lambda-Wert 16 wird in Schritt 18 der Kehrwert gebildet.

[0022] Der von einer Motorsteuerung (nicht dargestellt) berechnete Lambda-Sollwert ohne Zwangsanzregung liegt in 20 an. Der Lambda-Sollwert 20 wird zusammen mit der Zwangsanzregung 42 an eine Verzögerungseinrichtung 22 weitergeleitet. In Verfahrensschritt 22 werden Gaslaufzeit und Sensorverhalten berücksichtigt, bevor der Lambda-Sollwert 20 als gefilterter Lambda-Sollwert 24 weitergeleitet wird. In Verfahrensschritt 26 wird der Kehrwert des gefilterten Lambda-Sollwerts gebildet. Die Abweichung zwischen dem gemessenen und korrigierten Lambda-Wert und dem gefilterten Lambda-Sollwert werden voneinander subtrahiert und als Regelabweichung 28 an den Lambda-Regler 30 weitergeleitet.

[0023] Der Lambda-Regler 30 kann beispielsweise als  $\text{PI}^2\text{D}$ -Regler ausgebildet sein. Der Regler arbeitet dabei derart, dass die Regelabweichung 28, auch als Richness bezeichnet, an den einzelnen Anteilen des Reglers anliegt. Die Signale des P-Anteils, des D-Anteils und der I- und  $\text{I}^2$ -Anteile werden jeweils begrenzt und zum Reglerausgang zusammengeführt.

[0024] Der Reglerausgang liegt an einem nachfolgenden Reglerausgangsmanager 34 an. Der Reglerausgangsmanager 34 begrenzt abhängig von Steuersignalen 36 für die Zwangsanzregung die Einspritzmengenkorrektur 38. In einem einfachen Beispiel kann der Reglerausgangsmanager 34 die Einspritzmengenkorrektur 38 derart korrigieren, dass beispielsweise bei nicht-stationären Bedingungen die Gesamteinspritzmengenkorrektur einschließlich der Zwangsanzregung beschränkt ist.

[0025] Zusätzlich zu der Einspritzmengenkorrektur

38 des Regler-Pfades verfügt die in Fig. 1 dargestellte Lambda-Regelung über einen Vorsteuerpfad 40. In den Vorsteuerpfad 40 geht der Lambda-Sollwert 20 ungefiltert ein. Zu dem Lambda-Sollwert 20 wird ein Lambda-Puls 42 addiert. Der Lambda-Puls 42 ist beispielsweise in Fig. 2 als eine trapezförmige Pulsabfolge dargestellt. In Verfahrensschritt 44 werden Lambda-Sollwert und Lambda-Puls 42 addiert. Nach Bildung des Kehrwerts 46 und Subtraktion der 1 in Verfahrensschritt 48 wird so eine weitere Einspritzmengenkorrektur bestimmt, die zusammen mit der aus dem Reglerpfad stammenden Einspritzmengenkorrektur zur Gesamteinspritzmengenkorrektur 50 addiert wird. Anzahl und Form der Lambda-Pulse 42 wird durch die Zwangsanzregung 52 bestimmt. Die Zwangsanzregung 52 kann auch über längere Zeit die Anzahl der fetten und mageren Pakete bestimmen. [0026] Das in Fig. 1 dargestellte Verfahren zur Lambda-Regelung besitzt einen Fuzzy-Regler 54, dessen Ausgangssignale an der Zwangsanzregung 52 und dem Reglerausgangsmanager 34 anliegen. Als Eingangsgrößen verfügt der Fuzzy-Controller 54 über den inversen korrigierten Lambda-Wert 16. Ebenfalls liegt die Regelabweichung 28 an dem Fuzzy-Controller an, wobei hierzu in Schritt 56 aus dem Ausgang von 22 der Kehrwert gebildet wird. [0027] Zusätzlich zu dem inversen korrigierten Lambda-Wert und der Regelabweichung liegen an dem Fuzzy-Controller noch Signale zum Fahr Anforderungsprofil 58 und zum Motorbetriebszustand 60 an. Die Arbeitsweise des Fuzzy-Controllers ist wie folgt:

#### 1. Übermäßige negative Abweichungen der Lambda-Differenz (Soll-/Istwert):

Zur Feststellung einer übermäßigen Abweichung wird die lineare Lambda-Sonde vor dem Katalysator ausgewertet. Wird festgestellt, dass der Betrieb zu mager ist, wird eine vorbestimmte Anzahl von fetten Abgaspaketen als Lambda-Pulse mit der Zwangsanzregung vorgegeben. Anzahl und Amplitude der Abgaspakete können hierbei betriebspunkt-, alterungs- und/oder beschichtungsabhängig gewählt werden. Auch können Abbruchkriterien für die Beaufschlagung mit fetten Abgaspaketen vorgesehen sein. Der zu magere Betrieb wird daran festgestellt, dass die Abweichung zwischen den Lambda-Werten kleiner als eine vorgegebene untere Schranke ist. Gleichzeitig wird überprüft, ob die festgestellte Abweichung für eine vorbestimmte Mindestdauer vorliegt. Bei diesem Eingriff verringert der Reglerausgangsmanager die Stellgrößen des Lambda-Reglers in Abhängigkeit des Fuzzy-Reglereingriffs, wobei der Reglerausgangsmanager insbesondere in Richtung einer Verlangsamung des Eingriffs wirkt. Hierdurch wird das gesamte Reglerpfad wirkende Fuzzy-Regler schnelle Eingriffe durchführen kann, um den Sauerstoffspeicher auf dem gewünschten Level zu korrigieren, ohne dass die Totzeit und die Ver-

zögerungszeit der Regelstrecke berücksichtigt werden müssen.

Liegt keine übermäßige negative Abweichung der Lambda-Differenz vor, d.h. die Lambda-Differenz liegt innerhalb vorbestimmter Grenzwerte, so erfolgt kein Fuzzy-Reglereingriff. In diesem Fall wird mit der Standardzwangsanzregung gearbeitet, und auch die Parameter des Lambda-Reglers bleiben unverändert.

Liegt die Lambda-Differenz oberhalb eines vorbestimmten Schwellwerts und ist ebenfalls eine vorbestimmte Mindesttemperatur überschritten, so wird ein zu fetter Betrieb erkannt und der Fuzzy-Regler steuert eine vorbestimmte Anzahl von mageren Paketen an. Auch hier können wieder Anzahl und Amplitude der mageren Pakete betriebspunkt-, alterungs- und beschichtungsabhängig gewählt werden.

#### 2. Fahr Anforderungsprofil:

Liegt an der Fuzzy-Steuerung ein Signal an, dass momentan ein höheres Moment angefordert wird, so wird eine vorbestimmte Anzahl von fetten Abgaspaketen mit der Zwangsanzregung generiert. Das Fahr Anforderungsprofil wird beispielsweise durch einen Pedalwertgeber und/oder über Sensoren erkannt, die das Zu- und Abschalten von elektrischen Verbrauchern bemerken und die damit verbundene sich ändernde Momentenanforderung feststellen.

Wird festgestellt, dass das Fahr Anforderungsprofil neutral ist, erfolgt die Zwangsanzregung standardmäßig mit den Standardstellgrößen des Lambda-Reglers.

Liegt ein Fahr Anforderungsprofil zur Verzögerung vor, so wird durch den Fuzzy-Regler eine vorbestimmte Anzahl von mageren Abgaspaketen generiert.

#### 3. Motorbetriebszustand:

In diesem Betriebszustand wird aufgrund von Werten der Motorsteuerung, Emissionsmodellen, Temperaturmodellen und/oder Sensoren festgestellt, ob eine Entleerung des Sauerstoffspeichers des Katalysators ohne Emissionsnachteile möglich und aus Konvertierungsgründen erforderlich ist. Zur Feststellung kann beispielsweise das geschätzte Rohemissionsverhalten verwendet werden. Zur Entleerung des Sauerstoffspeichers wird eine vorbestimmte Anzahl von fetten Abgaspaketen generiert.

Wird festgestellt, dass der Sauerstoffspeicher zu halten ist, so erfolgt kein Eingriff über den Fuzzy-Regler und es liegt die Standardzwangsanzregung vor.

Wird festgestellt, dass der Sauerstoffspeicher zu füllen ist, so veranlasst der Fuzzy-Controller, dass eine vorbestimmte Anzahl von mageren Abgaspaketen generiert wird.

#### 4. Abgaszusammensetzungsfehler:

Stellt die lineare Lambda-Sonde vor dem Katalysator fest, dass nach einer vorbestimmten Zeit-

spanne kein Fixwert durchgang von mager nach fett bzw. von fett nach mager erfolgt ist, so wird die Anzahl der fetten Abgaspakete bzw. der mageren Abgaspakete erhöht. Der Fuzzy-Regler steuert also die Zwangsanzregung zur Erzeugung einer vorbestimmten Anzahl von fetten Abgaspaketen an, wenn der Übergang von mager nach fett nicht nach einer Anzahl von periodischen Mager-Fett-Paketen erfolgt. Ist in diesem Fall die Anzahl der gemessenen mageren Abgaspakete zu groß, so wird eine vorbestimmte Anzahl von fetten Abgaspaketen erzeugt. Ist dagegen die Anzahl der gemessenen fetten Abgaspakete zu groß, so wird eine vorbestimmte Anzahl von mageren Abgaspaketen erzeugt. Bei einem aktiven Eingriff des Fuzzy-Reglers werden zur Stabilisierung des Systems zusätzlich die Reglerparameter hin zu einer Verlangsamung des Reglers geändert.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Lambda-Regelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem geschlossenen Lambda-Regelkreis, dessen Lambda-Sollwerten Lambda-Pulse über eine Zwangsanzregung aufmoduliert werden, mit den folgenden Verfahrensschritten:  
 – Abhängig von einem Lambda-Istwert und der Regelabweichung (28) zwischen Lambda-Istwert (10) und Lambda-Sollwert (20) werden Steuersignale (36) für die Zwangsanzregung (42) bestimmt, die durch entsprechende Lambda-Pulse den Lambda-Sollwerten aufmoduliert werden,  
 – wobei das Steuersignal (36) für die Zwangsanzregung mit einem Ausgangssignal des Lambda-Regelkreises verglichen und der Lambda-Sollwert auf vorbestimmte Maximal- oder Minimalwerte begrenzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der gespeicherte Sauerstoff des Katalysators modelliert wird und die Ausgangswerte des Lambda-Reglers derart begrenzt werden, dass eine nahezu vollständige Konvertierung der Abgasbestandteile erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuersignale (36) für die Zwangsanzregung abhängig vom Fahr Anforderungsprofil (58) bestimmt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahr Anforderungsprofil (58) mindestens zwischen Beschleunigung, neutral und Verzögerung unterscheidet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuersignale (36) für die Zwangsanzregung zusätzlich abhängig von dem Motorbetriebszustand und/oder Motorbetriebspunkt bestimmt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass für den Motorbetriebszustand und/oder den Motorbetriebspunkt für eine Sauerstoffspeichermanipulation mindestens zwischen Sauerstoffspeicher Entleeren, Halten und Füllen unterschieden wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Abgaszusammensetzungsfehler überwacht werden, indem ausgehend von der zeitlichen Vorgabe der Sollwerte zusätzlich verglichen wird, ob die zu erwartenden Übergänge zwischen fett und mager sich entsprechend einstellen.

8. Vorrichtung zur Lambda-Regelung bei einer Brennkraftmaschine mit einem Lambda-Regler (30), dessen Lambda-Sollwert (20) von Lambda-Pulsen über eine Zwangsanzregung (42) überlagert sind, mit folgenden Merkmalen:  
 – Ein Fuzzy-Controller (54) ist vorgesehen, der Steuersignale (36) für die Zwangsanzregung abhängig von einer Regelabweichung zwischen Lambda-Istwert und Lambda-Sollwert bestimmt, und  
 – ein Reglerausgangsmanager (34) ist vorgesehen, der den im Katalysator gespeicherten Sauerstoff modelliert und den Lambda-Sollwert auf vorbestimmte Maximal- oder Minimalwerte begrenzt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Fuzzy-Controller (54) zusätzlich ein Fahr Anforderungsprofil (58) berücksichtigt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Fuzzy-Controller (54) abhängig von dem Motorbetriebszustand und/oder Motorbetriebspunkt die Steuersignale bestimmt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

